

a)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-132099  
(P2003-132099A)

(43) 公開日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 6 F 17/50

識別記号  
6 1 2

F I  
G 0 6 F 17/50

ページ\* (参考)  
6 1 2 J 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-322979(P2001-322979)

(22) 出願日 平成13年10月22日 (2001. 10. 22)

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 針谷 昌幸  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内  
(72) 発明者 廣 喜充  
神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地 株式  
会社日立製作所産業システム事業部内  
(74) 代理人 100098017  
弁理士 吉岡 宏嗣

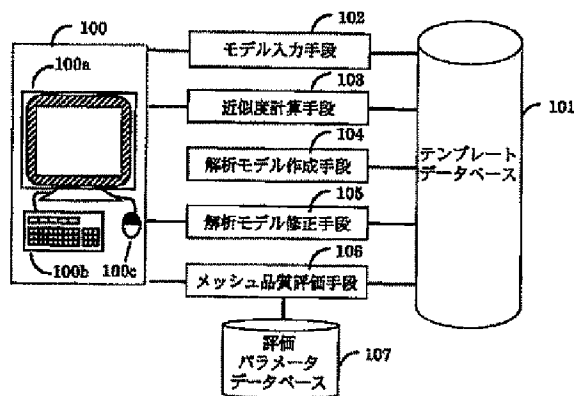
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 解析モデル作成方法および解析モデル作成装置

(57) 【要約】

【課題】 既作成の複数のテンプレートから適切なテンプレートを選択して提示しユーザのテンプレート選択作業を省力化する解析モデル作成装置を提供する。

【解決手段】 解析対象形状モデルを入力する手段102と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベース101と、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段103と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段104と、作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段106とからなる解析モデル作成装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合し、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成方法。

【請求項2】 解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合し、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成し、作成された少なくとも1つの解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算し最適な解析モデルを選別するために表示する解析モデル作成方法。

【請求項3】 請求項2に記載の解析モデル作成方法において、解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力し、解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値の計算方式を変更することを特徴とする解析モデル作成方法。

【請求項4】 解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算し、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成方法。

【請求項5】 解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算し、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成し、作成された少なくとも1つの解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算し最適な解析モデルを選別するために表示する解析モデル作成方法。

【請求項6】 請求項3に記載の解析モデル作成方法において、解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力し、解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値の計算方式を変更することを特徴とする解析モデル作成方法。

【請求項7】 解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登

録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項8】 解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項9】 請求項8に記載の解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることを特徴とする解析モデル作成装置。

【請求項10】 解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段と、解析対象形状モデルとともに解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力するモデル入力手段と、入力された解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値計算式を変更する手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項11】 請求項10に記載の解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを

画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることを特徴とする解析モデル作成装置。

【請求項12】 解析対象形状モデルを入力する手段と、  
少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、  
前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、  
近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項13】 解析対象形状モデルを入力する手段と、  
少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、  
前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、  
近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、  
作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項14】 請求項13に記載の解析モデル作成装置において、  
作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることを特徴とする解析モデル作成装置。

【請求項15】 解析対象形状モデルを入力する手段と、  
少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、  
前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、  
近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、  
作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段と、  
解析対象形状モデルとともに解析計算の情報を示す解析

モデル情報を入力するモデル入力手段と、  
入力された解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値計算式を変更する手段とからなる解析モデル作成装置。

【請求項16】 請求項15に記載の解析モデル作成装置において、  
作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることを特徴とする解析モデル作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、数値解析シミュレーションにより設計業務を合理化するCAE(Computer Aided Engineering)において、数値解析用メッシュに解析条件を付与した解析モデルを作成する解析モデル作成装置に係り、特に、類似形状の解析モデルをテンプレートとして利用し、解析対象形状モデルの解析モデルを効率よく作成する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】類似形状の解析モデルをテンプレートとして使用し、解析対象形状モデルの解析メッシュを生成する従来技術としては、次のような方法がある。

【0003】特開2000-155859号公報は、ユーザがデータベースに予め登録されたテンプレートを対話的に指定し、前記テンプレートに登録されたメッシュ作成情報に基づき、解析対象形状モデルの解析メッシュを生成する解析モデル作成装置を示している。また、テンプレートのメッシュ作成情報を用いると、テンプレートに登録された解析メッシュと同等品質の解析メッシュを効率よく作成できると記載している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のメッシュ生成技術を実装した解析モデル作成装置には、次のような課題があった。従来の解析モデル作成装置においては、ユーザが、テンプレートを対話的に指定する必要がある。例えば、データベースに複数の形状が登録されている場合、適切なテンプレートを選択する作業には、手間と時間がかかる。

【0005】また、同じ解析対象形状モデルであっても、解析すべき物理現象(すなわち、応力強度特性、振動特性などの解析分野)によって、精度よく物理現象を再現できる解析メッシュの形状が異なる。

【0006】したがって、解析分野まで考慮に入れて適切なテンプレートを選択する必要がある。このテンプレートの選択には、解析の経験およびノウハウが必要なので、従来の解析モデル作成装置は、だれにでも容易に使いこなせ、解析メッシュを効率よく作成できるシステムではなかった。

【0007】本発明の目的は、解析モデル作成に際し、既作成の複数のテンプレートから適切なテンプレートを選択して提示しユーザのテンプレート選択作業を省力化する手段を備えた解析モデル作成方法および解析モデル作成装置を提供することである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合し、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成方法を提案する。

【0009】本発明は、また、解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合し、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成し、作成された少なくとも1つの解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算し最適な解析モデルを選別するために表示する解析モデル作成方法を提案する。

【0010】上記解析モデル作成方法において、解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力し、解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値の計算方式を変更することができる。

【0011】本発明は、さらに、解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算し、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成方法を提案する。

【0012】本発明は、解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも1つの既作成の形状モデルとの近似度を計算し、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成し、作成された少なくとも1つの解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算し最適な解析モデルを選別するために表示する解析モデル作成方法を提案する。

【0013】上記解析モデル作成方法において、解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力し、解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値の計算方式を変更することもできる。

【0014】本発明は、上記目的を達成するために、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0015】本発明は、また、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0016】上記解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることができる。

【0017】本発明は、さらに、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも1つの既作成の形状モデルとを照合する手段と、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも1つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段と、解析対象形状モデルとともに解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力するモデル入力手段と、入力された解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値計算式を変更する手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0018】上記解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも1つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えてもよい。

【0019】本発明は、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも1つの既作成の形状モデルと前記既

作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも 1 つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0020】本発明は、また、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも 1 つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも 1 つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも 1 つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0021】上記請求項 13 に記載の解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることが可能である。

【0022】本発明は、さらに、解析対象形状モデルを入力する手段と、少なくとも 1 つの既作成の形状モデルと前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルを対応付けて登録するデータベースと、前記解析対象形状モデルと前記少なくとも 1 つの既作成の形状モデルとの近似度を計算する近似度計算手段と、近似度に従い前記既作成の形状モデルに対して作成された解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルを作成する解析モデル作成手段と、作成された少なくとも 1 つの解析対象形状モデルに対応する解析モデルのメッシュ品質の評価値を計算するメッシュ品質評価手段と、解析対象形状モデルとともに解析計算の情報を示す解析モデル情報を入力するモデル入力手段と、入力された解析モデル情報に応じてメッシュ品質の評価値計算式を変更する手段とからなる解析モデル作成装置を提案する。

【0023】上記解析モデル作成装置において、作成された解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルと解析モデルのメッシュ品質評価値とを画面に表示し利用する解析モデルをユーザに選択させる入出力装置を備えることができる。

【0024】本発明においては、解析対象形状モデルを入力し、前記解析対象形状モデルと記憶装置に記憶されている少なくとも 1 つの既作成の形状モデルとを照合

し、照合結果に従い前記既作成の形状モデルに対応付けて記憶装置に登録されている解析モデルの作成情報を利用して前記解析対象形状モデルに対応する少なくとも 1 つの解析モデルを作成し、入力された解析対象形状モデルに対して、データベースに登録された複数のテンプレートから適切なテンプレートを選択してユーザに提示するので、テンプレート選択作業が省力化される。

【0025】また、適切なテンプレートが提供されるので、精度よく解析可能なメッシュをさらに効率よく作成できるとともに、解析条件を付与する手数を削減できる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、図 1 ～図 21 を参照して、本発明による解析モデル作成装置の実施形態を説明する。以下の実施形態の説明において、テンプレートとは、解析モデル情報と、形状モデルと、前記形状モデルに対して作成した解析モデルとを対応付けて登録したデータである。解析モデル情報とは、モデル名称、モデル分類、解析分野など、解析計算の種類を特定するための情報である。解析モデルとは、解析メッシュと、前記解析メッシュを作成するためのメッシュ作成条件(メッシュの種類、メッシュサイズ、メッシュパターン、粗密情報など)と、解析条件(材料条件、荷重条件、拘束条件)とを対応付けて登録したデータである。

【0027】1. 本発明による解析モデル作成装置の概要

図 1 は、本発明による解析モデル作成装置の一実施形態の系統構成を示すブロック図である。本実施形態の解析モデル作成装置は、解析対象形状モデルや解析モデル情報を本装置に入出力するための入出力手段 100 と、少なくとも 1 つのテンプレートを登録できるテンプレートデータベース 101 と、解析対象形状モデルや解析モデル情報を本装置に登録するモデル入力手段 102 と、解析対象形状モデルとテンプレートに登録された形状モデルとの近似度を計算しディスプレイ 100a に結果を出力する近似度計算手段 103 と、テンプレートを用いて解析対象形状モデルの解析モデルを作成する解析モデル作成手段 104 と、解析モデルを修正する解析モデル修正手段 105 と、少なくとも 1 つのメッシュ品質評価パラメータを登録できる評価パラメータデータベース 107 と、メッシュ評価パラメータに基づきメッシュ品質を評価するメッシュ評価手段 106 とで構成される。入出力手段 100 は、ディスプレイ 100a、キーボード 100b、マウス 100c を含んでいる。

【0028】図 2 は、本発明の解析モデル作成装置による解析モデル作成の処理手順を示すフローチャートである。図中の太線で囲んだ処理は、対話処理を示す。また、処理の左側には、当該処理を実行する処理手段の名称を記載してある。

【0029】本実施形態の解析モデル作成装置は、ユー

ずに解析対象の形状モデルと解析モデル情報とを入力させ、解析モデル情報に応じて所望の解析モデルを効率よく生成できるような少なくとも1つのテンプレートを表示し、ユーザに所望のテンプレートを選択させ、選択された各テンプレートに登録された解析モデルの作成条件や解析条件に基づき解析対象形状モデルの解析モデルを作成し、ユーザに選択させ、解析モデルを作成する。このように候補となるテンプレートを表示する手順によって、テンプレート選択の煩雑な手間を削減できる。また、テンプレートに登録された解析条件を継承すると、

10

#### 【0030】2. 各構成手段の作用

本節では、図2の解析モデル作成処理手順に従い、各構成手段の作用について説明する。

【0031】2. 1 テンプレートデータベース101  
テンプレートデータベース101は、少なくとも1つのテンプレートを登録できるデータベースである。

【0032】図3は、テンプレートのデータ構造の概念を示す図である。1つのテンプレートには、テンプレートデータベース101内で固有のテンプレート番号、解析対象のモデル名称、モデルの分類、解析分野など解析計算の情報を示す解析モデル情報と、解析対象の形状モデルと、形状モデルに対して作成した解析モデルとが対応付けて登録される。

20

【0033】形状モデルデータの表現として、ここでは境界表現を用いてある。境界表現では、形状モデルデータは、境界面のつながりを表す位相(トポロジ)データと、境界面の形状を表す幾何データ(ジオメトリ)とで表現される。また形状モデルを構成する立体、面、線分、点などの形状要素は、形状モデル内で固有の識別子として

30

【0034】図4は、境界表現による形状モデルデータの構造(位相データ表現方法)の一例を示す図である。境界表現では、立体は、これに属する少なくとも1つの連続した境界面番号の集合を所有し、面は、これに属する少なくとも1つの線分番号群を所有し、線分は、その始点および終点の点番号を所有するというデータ構造をとる。また、点は、その幾何データとして3次元座標値を持つ。線や面の幾何データの表現方法には、様々な種類があり、どれを用いてもよい。ここでは、3次元CADなどでの形状表現に広く用いられているNURBS関数を用いる。NURBSによる $K \times L$ 次の面の定義関数は、数式(1)で表される。

40

#### 【0035】

【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} S_x(u,v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij} P_{xij}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij}} \\ S_y(u,v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij} P_{yij}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij}} \\ S_z(u,v) = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij} P_{zij}}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m N_{i,K}(u) M_{j,L}(v) w_{ij}} \end{array} \right.$$

数式(1)において、制御点の数は、 $(n+1) \times (m+1)$ であり、 $N_{i,K}(u)$ 、 $M_{j,L}(v)$ は、 $u$ 、 $v$ パラメータ方向の基底関数であり、 $w_{ij}$ は、各制御点の重みである。またノットベクトルは、 $[x_0 \ x_1 \ \cdots \ x_p]$   $[y_0 \ y_1 \ \cdots \ y_q]$ であり、 $p=n+K+1$ 、 $q=m+L+1$ である。

【0036】解析モデルデータとしては、解析メッシュデータおよび前記解析メッシュを作成するためのメッシュ作成条件、解析条件を対応付けて登録したデータが登録される。

【0037】図5は、解析メッシュデータのうち節点データおよび要素データの例を示す図である。解析メッシュデータとしては、図5に示すように、節点データ(総節点数、節点座標値)、要素データ(総要素数、要素を構成する節点の数、節点の番号)が登録される。

【0038】メッシュ作成条件としては、四面体や六面体など要素のタイプ、要素の大きさを表す要素サイズ、粗密情報、分割数、割り当て方向など、メッシュの形状やメッシュ数を規定する情報が登録される。メッシュの形状やメッシュ数は、解析精度や解析時間などに大きな影響を与えるため、計算効率と精度に優れた解析モデルを作成するには、適切なメッシュ作成条件が必要となる。これらメッシュ形状を規定する情報は、形状モデルを構成する頂点、稜線、面、立体に対する属性値として定義される。

【0039】図6は、要素タイプ、要素サイズのデータ構造を示す図である。形状要素の番号、形状要素の種類、要素タイプ、要素サイズが登録される。

【0040】図7は、粗密情報のデータ構造の一例およびそのデータに基づき構造四面体メッシュを作成した例を示す図である。図7(a)は、粗密情報のデータ構造の一例を示す図である。形状要素の番号、形状要素の種類、ローカル要素サイズ、要素サイズ変化率を対応付けて登録する。粗密情報を設定した形状要素に対しては、局所的に指定したローカル要素サイズのメッシュが生成され、そこを基準に設定した要素サイズ変化率に従って要素サイズを基本情報の要素サイズまで滑らかに変化させたメッシュを生成できる。ユーザは、粗密情報を対話的に設定することにより、解析問題上重要な部分のみの

メッシュを細かくできるので、メッシュ数の増加すなわち解析計算時間の増加を極力少なくして、解の精度を局所的に高めることができる。図7(b)は、全体を要素サイズ2.0として、図7(a)に示した粗密情報に基づき四面体メッシュを作成した例である。

【0041】図8は、分割数情報のデータ構造の一例を示す図である。線番号に対して分割数を対応付けて登録する。ユーザは、入出力装置100を用いて、対話的に解析対象の形状モデルの稜線を指定し、これに対する分割数を入力して生成するメッシュの数や形状を調整できる。

【0042】図9は、割り当て方向情報のデータ構造の一例を示す図である。割り当て方向は、写像法による六面体メッシュ生成時に作成される中間モデル(写像モデル)の形状を規定する。

【0043】図10は、写像法による六面体メッシュ生成方法を説明する図である。写像法による六面体メッシュ生成方法は、特開平1-311373号公報にも記載されている。

【0044】写像法によるメッシュ生成法では、入力された形状モデル1001から、形状モデルの稜線長、稜線間角度などの形状の幾何パラメータに基づき、形状モデルを構成する各稜線を座標軸に対し平行に配置した後、立方格子に分割した写像モデル1002を生成する。最後にBoundary-fit法を用いて、写像モデル1002の格子点を形状モデル1001に写像して、六面体メッシュ1003を生成する。写像モデルの形状は、稜線の配置された方向(割り当て方向)と稜線の分割数によって規定され、稜線の割り当て方向は、生成されるメッシュパターンを決定し、稜線の分割数は、メッシュの粗密を決定する。したがって、ユーザは、自動決定された稜線の割り当て方向や稜線の分割数を対話的に変更し、生成するメッシュの形状を制御できる。

【0045】解析条件としては、材料条件、荷重条件、拘束条件、幾何条件など解析計算を実行する際の物理的な条件を登録する。これら解析条件も、形状モデルを構成する頂点、稜線、面、立体に対する属性値として定義され、解析メッシュ作成後に形状とメッシュとの対応関係に基づき、メッシュの属性に変換される。

【0046】図11は、荷重条件の変換例を示す図である。立体1101にハッチングで示す面番号1の面1102に、荷重11003を付与し、六面体メッシュ1104を生成した。ここでは、面1102に付与された荷重11003が、六面体メッシュ1104において面番号1の面上に位置する要素面1105に対して荷重条件が付与されるよう変換される。

【0047】テンプレートには、解析対象のモデルや解析分野に応じて適切な形状のメッシュを作成できるように、メッシュ分割条件、解析条件が登録されている。これらの条件は、全て形状モデルを構成する形状要素の属

性として定義される。したがって、解析対象形状モデルとテンプレートに登録された形状モデルの形状要素とを適切に関連付け、関連付けられたテンプレートの形状要素の属性を解析対象形状モデルの形状要素に複写すれば、解析対象形状モデルに対して、テンプレートに登録された解析モデルと同様な品質のよい解析モデルを効率よく生成できる。

#### 【0048】2.2 モデル入力手段102

モデル入力手段102は、解析計算の種類を特定するために、解析対象形状モデル、モデル名称、モデル分類、解析分野などの解析モデル情報の入力をユーザに促す。これに応じて、ユーザは、入出力装置100から解析対象の形状モデルや解析モデル情報を入力する。

【0049】図12は、解析モデル登録手段102が表示する解析条件入力ウインドの一例を示す図である。解析条件入力ウインドには、例えば製品形式を示す形状モデル名称入力欄1201と、モデル分類入力欄1202と、解析分野入力欄1203と、本装置での解析モデル作成を開始するためのPREVIEWボタン1204およびEXECUTEボタン1205と、近似度しきい値入力欄1206とがある。

【0050】PREVIEWボタン1204が操作されると、モデルの近似度を計算した時点で処理を一時中断し、テンプレートに登録されたモデルおよび近似度をディスプレイ100aに表示する。EXECUTEボタン1205が操作されると、近似度計算後に、近似度しきい値入力欄1206に入力されたしきい値以上の近時度を有するテンプレートについて、続けて解析モデルを作成し、メッシュ品質を評価する。モデル名称、モデル分類、解析分野の入力は、各項目単位で省略することも可能である。

#### 【0051】2.3 近似度計算手段103

図13は、解析対象の形状モデルと各テンプレートに登録された形状モデルとの近似度を計算する場合の表示例を示す図である。

【0052】近似度計算手段103は、解析対象の形状モデルと各テンプレートに登録された形状モデルとの近似度を計算する。近似度は、解析対象形状モデルの解析モデル作成時に、各テンプレートの適用可否の度合いを表す数値であり、解析対象形状モデルを構成する形状要素がテンプレートに登録された形状要素と関連付けられる割合で表せる。

【0053】

【数2】

$$\text{近似度} = \frac{\text{テンプレートと関連付けられた形状要素の数}}{\text{解析対象形状モデルを構成する形状要素の数}}$$

近似度は、0から1の実数値であり、近似度が大きいテンプレートであるほど解析対象形状モデルの解析モデル作成に効果的であるといえる。

【0054】解析対象形状モデルとテンプレートに登録



された形状モデルの形状要素との関連付け方法について説明する。関連付けは、以下の三つの方法で実行し、その中から最大の値をテンプレートの近似度とする。

【0055】方法1：テンプレートと解析対象形状モデルのモデル名称とが等しい場合は、形状要素が持つ固有の識別子を用いて形状要素を関連付ける。すなわち、解析対象の形状モデルとテンプレートの形状モデルとにおいて、同一識別子を持つ形状要素を関連付ける。この方法1は、形状モデルの寸法をパラメトリックに変更して新たな形状モデルを作成した場合には、変更の前後において形状要素の識別子が不変であるという特徴を利用する。

【0056】方法2：テンプレートと解析対象形状モデルとの位相情報を用いて形状要素を関連付ける。両形状モデルの位相が等しい場合には、位相的に対応する形状要素を関連付ける。

【0057】方法3：テンプレートと解析対象形状モデルとの座標値を用いて形状要素を関連付ける。両モデルにおいて、座標値が等しい頂点、始点、終点の座標値がそれぞれ等しい稜線、面を構成する全ての頂点の座標値が等しい面をそれぞれ関連付ける。

【0058】なお、近似度計算対象のテンプレートは、モデル入力手段でモデル分類に値が入力されている場合には、同じモデル分類を持つテンプレートのみとし、モデル分類が入力されていない場合には、全てのテンプレートについて計算を実行することにする。モデル入力手段でモデル分類を入力しておく、モデル分類から類似度の高いテンプレートを推定し、近似度計算対象のテンプレートを限定できるので、計算を効率よく実行できる。

【0059】ユーザがモデル入力手段でPREVIEWボタンを選択した場合には、例えば図13のように、近似度計算手段は、近似度計算終了後にテンプレート1302と近似度1303を解析対象形状モデル1301とともに、表示画面100aに近似度の大きい順に表示する。この際、両形状モデル形状モデルにおいて関連付けられた形状要素を同色で表示する、また関連付けられなかった形状要素をハイライト表示するなどすると、ユーザは、近似度計算の結果を把握しやすい。

【0060】図13は、解析対象形状モデル1301において関連付けられなかった形状要素を太線で表示した例を示す図である。ユーザは、表示されたテンプレートを解析モデル作成に用いる場合には、ユーザは、入力装置を用いて使用ボタン1304をチェックし、テンプレートをを用いない場合には、チェックのない状態にする。また本画面において前モデルボタン1306、次モデルボタン1307を選択すると、画面上に表示されている解析モデルの上位近似度モデル、下位近似度モデルを画面表示する。また解析モデル作成ボタン1305を選択すると、次のステップである解析モデル作成に移行す

る。

#### 【0061】2. 4 解析モデル作成手段104

解析モデル作成手段104は、テンプレートに登録された解析モデルのうちメッシュ作成条件、解析条件を活用して、解析対象形状モデルに対応する解析モデルを作成する。モデル入力手段102でPREVIEWを選択した場合には、近似度計算手段でチェックを加えたテンプレートのみを、EXECUTEを選択した場合には、近似度しきい値を超える近似度を有するテンプレートのみを用いて解析対象形状モデルの解析モデルを作成する。すなわち解析モデル作成手段104は、1つの解析対象形状モデルに対して、使用するテンプレートの数と同じ種類の解析モデルを作成する。

【0062】図14は、解析モデル作成手段104の解析モデル作成の処理手順を示すフローチャートである。

【0063】step1401 テンプレートに登録された形状モデルと解析対象形状モデルを構成する形状要素とを関連付ける。形状要素の関連付けは、近似度計算手段での処理と同様である。

【0064】step1402 解析対象形状モデルの形状要素のうち、テンプレート形状モデルの形状要素と関連付けられているものに関して、テンプレートに登録されたメッシュ作成条件を解析対象形状モデルに複写する。例えば、解析対象形状モデルの稜線番号1番の稜線が、テンプレートの稜線番号3の稜線に関連付けられており、テンプレートの前記稜線の属性として分割数7、割り当て方向+yが登録されている場合、解析対象形状モデルを構成する稜線番号1の稜線の属性として、分割数7、割り当て方向+yを登録する。

【0065】step1403 メッシュ作成条件と同様に、解析条件を複写する。

【0066】step1404 作成するメッシュの要素タイプをチェックする。四面体や四角形などのメッシュは、ほとんどの形状モデルに対して自動でメッシュを作成できるのに対し、六面体メッシュは、解析対象の形状によっては自動でメッシュを作成できない場合があるためである。

【0067】step1405 作成する要素タイプが六面体の場合、解析対象形状モデルの全稜線がテンプレートの形状要素と関連付けられているか否かを確認する。全稜線が関連付けられている場合は、解析対象形状モデルの写像モデルは、テンプレートモデルと同一形状となるため、テンプレートモデルを用いて六面体メッシュを生成する。

【0068】step1406 関連付けられていない稜線が存在する場合には、稜線の始点および終点の座標値から割り当て方向を決定する。始点から終点に向かうベクトルのx、y、zの各成分を求め、絶対値が最大の軸方向を稜線の割り当て軸方向とし、割り当て軸方向のベクトル成分の正負を確認する。成分が正の場合には、割り



当て軸方向の正方向をその稜線の割り当て方向とし、成分が負の場合には、割り当て軸方向の負方向を割り当て方向とする。例えば、始点から終点に向かうベクトルが $(x, y, z) = (0.2, -0.8, 0.2)$ の場合、割り当て軸方向は $y$ 方向であり、 $y$ 方向の成分が負であるため、割り当て方向は $-y$ となる。

【0069】step1407 割り当て方向を確認し、写像モデル作成の可否を確認する。稜線の配置方向の組み合わせが、

【条件1】ループを構成する稜線の配置方向をたどると始 10 終点が一致する

【条件2】ループ内でいずれの隣接する2稜線も同軸逆方向でない

という写像モデルが成り立つためのルールを満足するか否かを確認する。

【0070】図15は、割り当て方向を確認し、写像モデル作成の可否を確認する例を示す図である。

【0071】条件1、条件2の成立、不成立の例を図15の(a)から(d)に示す。

【0072】ルールを満足するときには、稜線の配置方向 20 に基づいて面の配置方向を決定する。面の配置方向は、ループを構成する2稜線の外積の方向で与えられる。全ての面の配置方向を決定した後、面の配置方向の組み合わせが、

【条件3】立体内に3座標軸正負方向それぞれに配置された面が少なくとも1つ存在する

【条件4】立体内でいずれの隣接する2面も同軸逆方向でない

という写像モデルが成り立つためのルールを満足するか否かを確認する。

【0073】条件3、条件4の成立、不成立の例を図15の(e)から(h)に示す。

【0074】step1408 写像モデルを作成可能な場合には、step1409に向かう。作成不可の場合には、処理を終了する。ここでは、写像モデル作成不可の場合は、処理終了とするが、特開平1-311373号公報にも記載されているように、メンバシップ関数を用いて割り当て方向を修正し、割り当て方向を繰り返しチェックしてもよい。

【0075】step1409 写像モデルを作成可能な場合 40 には、形状の稜線間のつながりを保つように分割数を決定し、写像モデルを完成させる。

【0076】step1410 写像法によるメッシュ生成方法に従い、写像モデルの格子点をBoundary-fit法により形状モデルに写像し、六面体メッシュを作成する。

【0077】step1411 四面体、四辺形など作成する要素対応に応じた自動メッシュ作成プログラムにより解析メッシュを作成する。

【0078】step1412 解析対象形状モデルに設定 50 されている解析条件を解析メッシュの属性に変換する。

【0079】上記手順によれば、解析対象形状モデルにおいてテンプレート形状モデルと関連付けられた形状要素に関しては、テンプレートに登録されたメッシュ作成情報および解析モデル情報が継承されるので、テンプレートに近い品質のメッシュおよび近い解析条件を有する解析モデルを自動生成できる。

【0080】2.5 解析モデル修正手段105

図16は、解析モデル修正手段105の出力画面の一例を示す図である。テンプレート1602と前記テンプレートを用いて作成された解析モデル1601とを画面上に表示し、ユーザに解析モデルの修正を促す。

【0081】修正する必要がある場合は、ユーザは、メッシュ作成条件変更ボタン1603や解析条件変更ボタン1604を選択した後に、解析モデル1601の形状要素をマウス100cのポインタ1605で指定し、メッシュ作成条件や解析条件を追加または削除できる。

【0082】メッシュ作成条件変更において、稜線の割り当て方向を変更した場合には、解析モデル作成手段104において表記したstep1407以降の処理を実行し、写像モデルが生成可能な場合には、写像モデルを完成させ、六面体メッシュを生成する。

【0083】他のメッシュ作成条件を変更した場合には、作成する要素のタイプに応じてstep1410またはstep1411以降の処理を実行し、メッシュを再度作成する。解析条件を変更した場合には、step1412の処理を再度実行する。

【0084】図16の画面において、前モデルボタン1607、次モデルボタン1608を選択すると、画面上に表示されている解析モデルの上位近似度モデル、下位 30 近似度モデルを画面に表示する。

【0085】メッシュ品質評価ボタン1606を選択すると、解析モデルの修正を終了し、次のステップであるメッシュ品質評価に移行する。

【0086】2.6 メッシュ品質評価手段106

メッシュ品質評価手段106は、解析モデル作成手段105が作成した複数の解析モデルに登録されたメッシュの品質を評価する。ここで、メッシュ品質の評価方法について説明する。

【0087】メッシュ品質評価手段106は、モデル入力手段102で入力されたモデル分野、解析分野に基づき、評価パラメータデータベース107に登録された少なくとも1つのメッシュ品質評価パラメータから1つの評価パラメータを選択し、解析モデルのメッシュ品質を計算する。

【0088】メッシュ品質のチェック項目としては、例えば、ディストーション値、ストレッチ値、要素辺角度、要素面反りなどがある。ディストーション値は、要素の歪みを評価する数値であり、0.0~1.0の間の値をとり、値が大きいほど形状歪みの少ない要素である。ストレッチ値は、要素の伸びを評価する数値であり、

0.0～1.0の間の値をとり、値が大きいほど伸びの少ない要素である。要素辺角度は、要素を構成する要素辺間のなす角度の最大値であり、値が小さいほど歪みの少ない要素である。要素面反りは、要素の各要素面における二つの三角形における法線ベクトルのなす角度の最大値であり、値が小さいほど歪みの少ない要素である。

【0089】メッシュ品質の評価とは、上記各チェック項目に対してしきい値を設け、しきい値を上回る品質の要素の数が全要素数に占める割合を求めることであり、メッシュ品質が良いほど評価値が高くなる。したがっ

\*10

$$W = \sum_{i=1}^N f(dis(i) \geq Dth) \times f(str(i) \geq Sth) \times f(ang(i) \leq Ath) \times f(wrp(i) \leq Wth) / N$$

図17は、評価パラメータデータベース107のデータ構造の一例を示す図である。解析モデルに要求されるメッシュ品質は、解析分野、解析対象モデルによって異なる。そこで、評価パラメータデータベース107は、図17に示すように、解析分野、モデル分類に応じて、各チェック項目のしきい値を登録したデータ構造を持つ。図17にNO\_USEの記載がある項目は、チェック対象外であることを意味し、その項目は、上記評価式の項目から除外される。

【0091】評価パラメータデータベース107に、モデル分類、解析分野ともに合致する条件がない場合は、解析分野が合致しモデル分野にデフォルトが記載されている条件を選択し、画面上に「モデル分野が合致する条件無し。デフォルト値を使用。」というメッセージを表示する。

【0092】前記二つの手順で条件が選択されない場合には、解析分野、モデル分類ともにデフォルトが記載されている条件を選択し、画面上に「解析分野、モデル分類が合致する条件無し。デフォルト値を使用。」というメッセージを表示する。

【0093】評価パラメータが、図17に示す表形式で画面上に表示されると、ユーザは、評価パラメータを変更、追加、削除できる。

【0094】なお、ここでは、しきい値を上回る要素の数が全要素数に占める割合をメッシュ評価値としたが、しきい値を下回る要素の数をメッシュ評価値としてもよい。この場合、評価値が小さいほど、品質が良いメッシュといえる。

【0095】また、しきい値を下回る要素が互いに面で接する場合、それらの要素をグループとして扱い、しきい値を下回る要素グループの数をメッシュ評価値としてもよい。この場合も、評価値が小さいほど、品質が良いメッシュといえる。この際、要素グループ毎に画面上に色を変えて要素を表示すると、ユーザは、要素品質の悪い部分を確認しやすい。

【0096】図18は、メッシュ品質評価結果の表示画面の一例を示す図である。メッシュ品質評価手段は、メッシュ品質の評価値計算が終了したら、解析モデル18

\*て、メッシュ品質の評価値をW、解析メッシュを構成する要素の数をN、要素番号iのディストーション値をdis(i)、ストレッチ値をstr(i)、要素辺角度をang(i)、要素面反りをwrp(i)、ディストーション値のしきい値をDth、ストレッチ値のしきい値をSth、要素辺角度のしきい値をAth、要素面反りのしきい値をWth、関数f(x)をxが真のときに1、偽のときに0を返す関数とすると、評価式は、数式(3)で定義できる。

【0090】

【数3】

01、メッシュ品質評価値1802、評価順位1803、要素数1804、節点数1805を表示画面100aに表示する。この際、メッシュ品質評価値が高い順に解析モデルを表示し、メッシュ品質評価値が等しい場合には節点数の少ない順に解析モデルを表示すると、適切な解析モデルを効率よく選択できる。

【0097】この画面で、ユーザにより解析モデル決定ボタン1806が選択されると、画面上に表示されている解析モデルをファイルに出力するとともに、モデル入力手段102から入力された解析モデル情報と解析対象形状モデルと解析モデルとを対応付けて、テンプレートデータベース101に登録する。

【0098】前モデルボタン1807、次モデルボタン1808を選択すると、画面上に表示されている解析モデルの上位評価モデル、下位評価モデルを画面に表示する。

【0099】3. 本解析モデル作成装置による解析モデル作成例

本解析モデル作成装置による解析モデル作成例を示す。

【0100】図19は、解析対象形状モデルの解析モデル情報を入力するための画面の一例を示す図である。ここでは、図19に示す軸カバーモデル1901のメッシュを作成する。

【0101】初めに、ユーザは、図19の解析モデル情報入力ウィンドウ1902に解析対象形状モデルの解析モデル情報を入力する。本モデルの名称はCOV001、モデル分類は軸カバー、解析分野は応力解析である。

【0102】続いて、ユーザは、PREVIEWボタンを選択して、解析モデルの作成を開始する。これに応じて、解析モデル作成装置は、解析対象形状モデルとテンプレートデータベースに登録されたテンプレートとの近似度を計算する。

【0103】図20は、テンプレートデータベースの登録内容の例を示す図である。なお、図20においては、要素タイプ以外のメッシュ作成条件および解析条件に関する記載は、図示を省略してある。ここで、テンプレートデータベースには、例えば、4つのモデルが登録され

ているとする。

【0104】解析対象形状モデルのモデル分野は、軸力であるから、テンプレートデータベースに登録されているテンプレートのうち、モデル分類が軸力である番号2と3のテンプレートについてのみ、近似度を計算する。

【0105】入力した解析対象形状モデル1901は、テンプレートデータベースの番号2および3の奥行き方向の穴径をパラメトリックに変更して作成した形状モデルである。したがって、両モデルとも解析対象形状モデルとモデル名称が一致するので、形状要素が持つ固有の識別子を用いて形状要素を関連付ける。

【0106】関連付けの結果、両テンプレートとも近似度は、1.0となる。近似度計算が終了したら、図13に示すような画面形式で、ユーザに結果を表示する。ユーザは、画面上で選択されたテンプレートの形状を確認し、テンプレートとして利用するか否かを判断し、画面上にチェックをつける。ここでは、番号2と3両方のテンプレートを利用するため、ユーザは、両テンプレートにチェックマークをつけた後、解析モデル作成ボタンを選択する。

【0107】これに応じて、解析モデル作成装置は、各テンプレートモデルを利用して、図14のフローチャートに従い、解析モデルを作成する。ここでは、両テンプレートにおいて、要素タイプは、六面体であり、全ての稜線が関連付けられているため、六面体メッシュが自動生成できる。

【0108】続いて、解析モデル作成装置は、作成した各解析モデルのメッシュの品質を評価する。メッシュ品質評価のパラメータとしては、図17に示す評価パラメータデータベースを解析分野=応力解析、モデル分野=軸力であるとして検索すると、ディストーションしきい値が0.3、要素辺角度しきい値が150.0、他のチェック項目は、未使用と決定できる。

【0109】このパラメータを用いてメッシュ品質を評価すると、テンプレート番号2に基づき作成した解析モデルの評価値は、1.00であり、テンプレート番号3に基づき作成した解析モデルの評価値は、0.99となる。

【0110】最後に、解析モデル作成装置は、評価値順に作成された解析モデルを画面に表示し、ユーザに解析モデルの選択を促す。

【0111】図21は、ユーザに提示されるメッシュ品質表示画面の初期状態を示す図である。評価値の高いテンプレート番号2に基づき作成した解析モデルと評価値、要素数、節点数などの情報とが表示される。ユーザは、初期状態で表示される最も評価値の高い解析モデルを選択してもよいし、次モデルボタンを選択し、他の解析モデルを確認した後、解析モデルを選択することもできる。

【0112】なお、ここでは、PREVIEWボタンを選択して、解析モデルの作成を開始した例について説明したが、EXECUTEボタンを選択すれば、近似度計算終了後のテンプレート選択作業を省略して、同様の解析モデルが得られる。

【0113】このように、テンプレートデータベースに登録された複数のテンプレートに基づいて解析モデルを作成し、作成した解析モデルのメッシュ品質を評価し、解析モデルとメッシュ品質評価値とを画面に出力し、利用する解析モデルをユーザに選択させると、精度の良い解析を実行するための解析モデルを効率よく作成できる。

【発明の効果】本発明によれば、入力された解析対象形状モデルに対して、データベースに登録された複数のテンプレートから適切なテンプレートを選択してユーザに提示するので、テンプレート選択作業が省力化される。

【0114】また、適切なテンプレートが提供されるので、精度よく解析可能なメッシュをさらに効率よく作成できるとともに、解析条件を付与する手数を削減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による解析モデル作成装置の一実施形態の系統構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の解析モデル作成装置による解析モデル作成の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】テンプレートのデータ構造の概念を示す図である。

【図4】境界表現による形状モデルデータの構造(位相データ表現方法)の一例を示す図である。

【図5】解析メッシュデータのうち節点データおよび要素データの例を示す図である。

【図6】要素タイプ、要素サイズのデータ構造を示す図である。

【図7】粗密情報のデータ構造の一例およびそのデータに基づき構造四面体メッシュを作成した例を示す図である。

【図8】分割数情報のデータ構造の一例を示す図である。

【図9】割り当て方向情報のデータ構造の一例を示す図である。

【図10】写像法による六面体メッシュ生成方法を説明する図である。

【図11】荷重条件の変換例を示す図である。

【図12】解析モデル登録手段102が表示する解析条件入力ウインドウの一例を示す図である。

【図13】近似度計算手段103が解析対象の形状モデルと各テンプレートに登録された形状モデルとの近似度を計算する場合の表示画面の一例を示す図である。

【図14】解析モデル作成手段104の解析モデル作成の処理手順を示すフローチャートである。

【図15】割り当て方向を確認し、写像モデル作成の可否を確認する例を示す図である。

【図16】解析モデル修正手段105の出力画面の一例を示す図である。

【図17】評価パラメータデータベース107のデータ構造の一例を示す図である。

【図18】メッシュ品質評価手段106のメッシュ品質評価結果の表示画面の一例を示す図である。

【図19】解析対象形状モデルの解析モデル情報を入力するための画面の一例を示す図である。

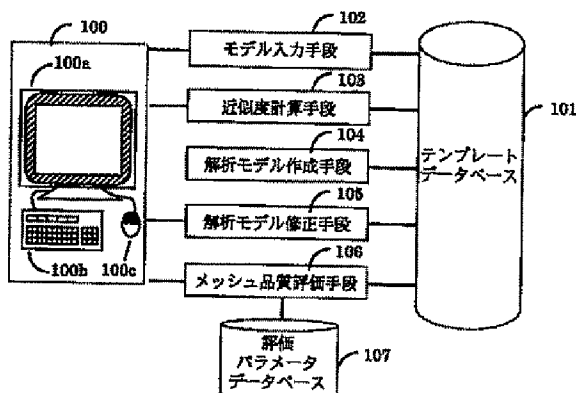
【図20】テンプレートデータベースの登録内容の例を示す図である。

【図21】ユーザに提示されるメッシュ品質表示画面の初期状態を示す図である。

【符号の説明】

- 100 入出力手段
- 100a ディスプレイ
- 100b キーボード
- 100c マウス
- 101 テンプレートデータベース
- 102 モデル入力手段
- 103 近似度計算手段
- 104 解析モデル作成手段
- 105 解析モデル修正手段
- 106 メッシュ品質評価手段
- 107 評価パラメータデータベース
- 1001 形状モデル
- 1002 写像モデル
- 1003 六面体メッシュ
- 1101 立体
- 1102 面番号1の面
- 1103 荷重
- 1104 六面体メッシュ

【図1】



- \* 1105 要素面
- 1201 形状モデル名称入力欄
- 1202 モデル分類入力欄
- 1203 解析分野入力欄
- 1204 PREVIEWボタン
- 1205 EXECUTEボタン
- 1206 近似度しきい値入力欄
- 1301 解析対象形状モデル
- 1302 テンプレート
- 10 1303 近似度
- 1304 使用ボタン
- 1305 解析モデル作成ボタン
- 1306 前モデルボタン
- 1307 次モデルボタン
- 1601 解析モデル
- 1602 テンプレート
- 1603 メッシュ作成条件変更ボタン
- 1604 解析条件変更ボタン
- 1605 マウスポインタ
- 20 1606 メッシュ品質評価ボタン
- 1607 前モデルボタン
- 1608 次モデルボタン
- 1801 解析モデル
- 1802 メッシュ品質評価値
- 1803 評価順位
- 1804 要素数
- 1805 節点数
- 1806 解析モデル決定ボタン
- 1807 前モデルボタン
- 30 1808 次モデルボタン
- 1901 軸カバーモデル
- 1902 解析モデル情報入力ウインドウ

\*

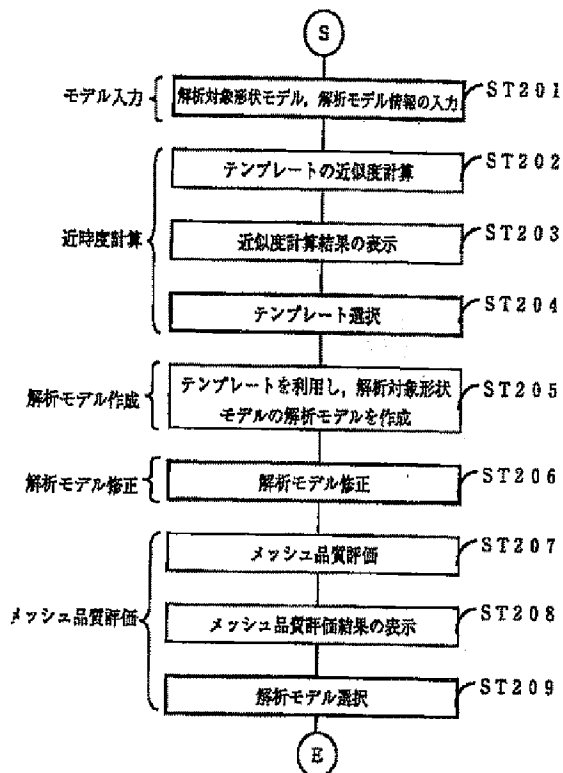
【図3】

番号	解析モデル情報	形状モデル	解析モデル		
			解析メッシュ	メッシュ作成条件	解析条件
1	・モデル名称 ・モデル分類 ・解析分野			・要素タイプ ・要素サイズ ・要素情報 ・分割数 ・割り当て方向	・材料条件 ・荷重条件 ・拘束条件 ・幾何条件

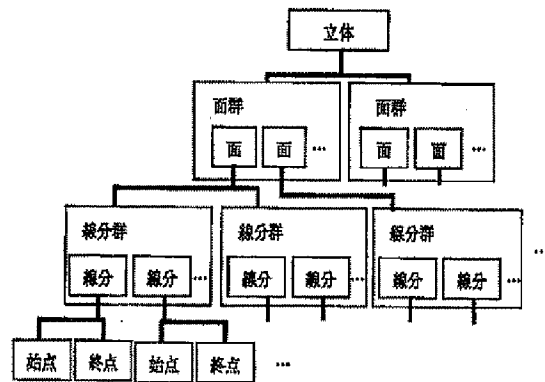
【図6】

解析対象 形状要素番号	種類	要素タイプ	要素サイズ
1	立体	六面体	3.0
3	面	四角形	2.5

【図2】



【図4】



【図8】

線番号	分割数
1	6
3	2

【図5】

(a) 節点データの例

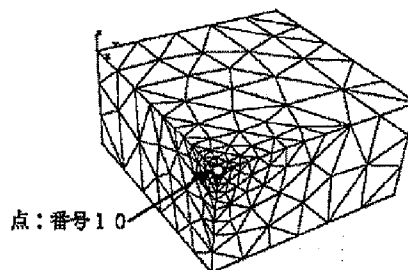
総節点数	20		
節点番号	x座標値	y座標値	z座標値
1	0.0	0.0	0.0
2	5.0	0.0	0.0
3	0.0		

【図7】

(a) データ構造の例

形状要素番号	種類	ローカル要素サイズ	要素サイズ変化率
10	点	0.2	1.3

(b) 四面体メッシュの生成例 (粗密あり)



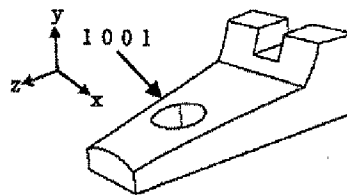
(b) 要素データの例

総要素数	20	
要素番号	節点数	要素構成節点番号
1	8	1,2,3,4,5,6,7,8
2	8	2,9,10,3,6,11,12,7
3	8	

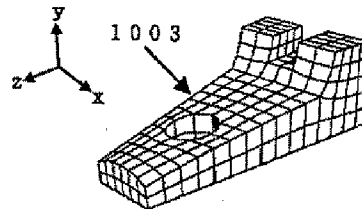
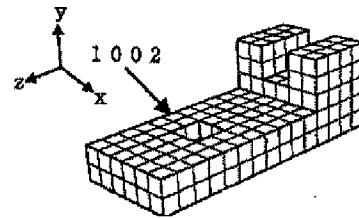
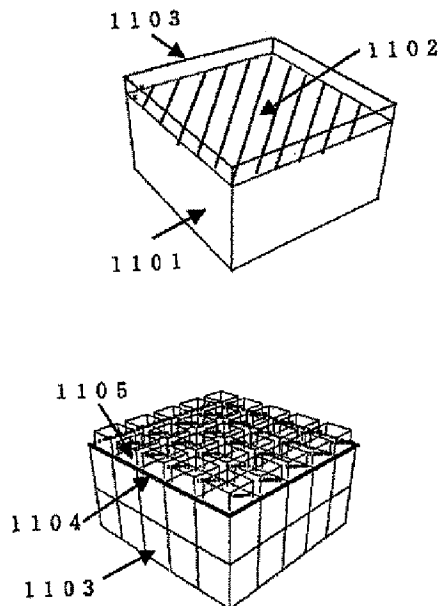
【図9】

検索番号	割り当て方向
1	+x
3	-z

【図10】



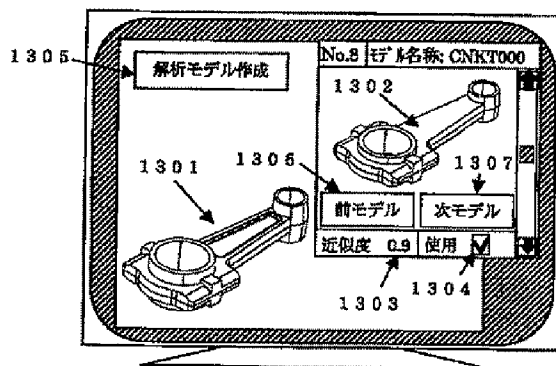
【図11】



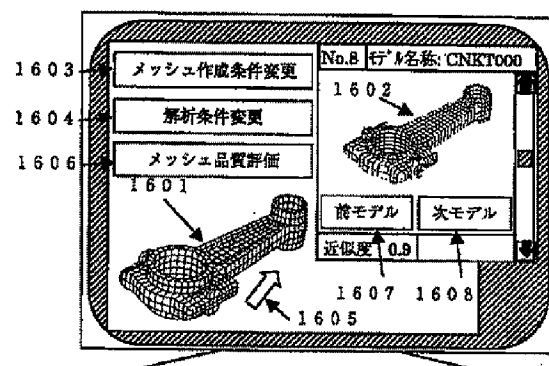
【図12】

モデル名称	CNT001	1201
モデル分類	コネクションロッド	1202
解析分野	応力解析	1203
1204	PREVIEW	
1205	EXECUTE	1206
	近似度しきい値	0.7

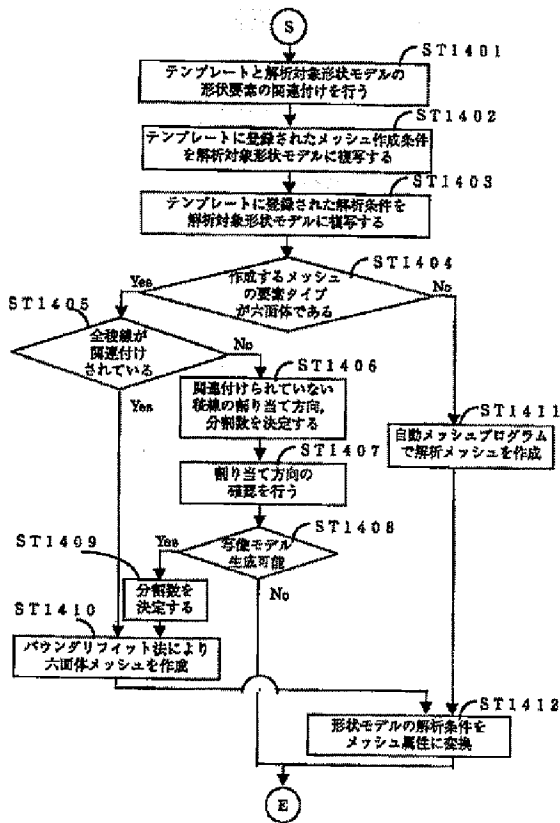
【図13】



【図16】



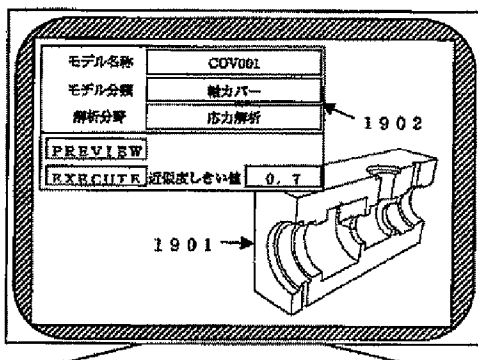
【図14】



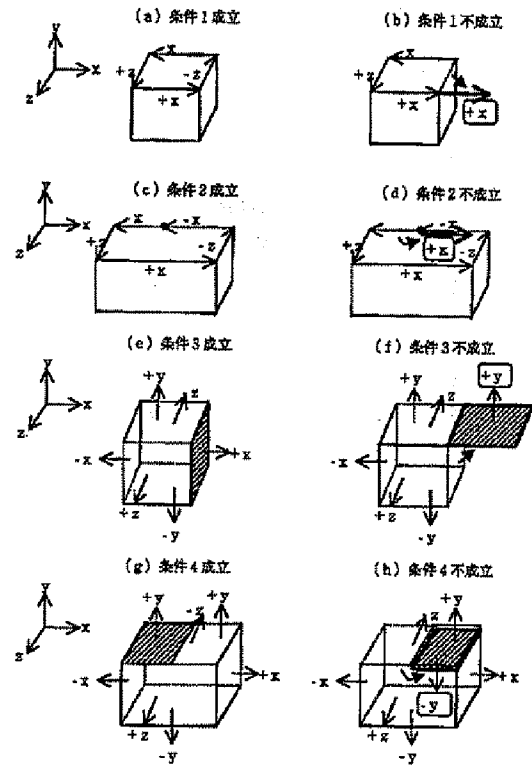
【図17】

解析分野	モデル分類	デフォルト しきい値	ストレッチ しきい値	要素辺角度 しきい値	要素面反り しきい値
デフォルト	デフォルト	0.2	NO_USE	NO_USE	NO_USE
応力解析	コネクティング	0.2	0.2	160.0	NO_USE
振動解析	エンジン/ポンプ	0.1	NO_USE	175.0	NO_USE
応力解析	デフォルト	0.2	NO_USE	NO_USE	NO_USE
応力解析	軸カバー	0.3	NO_USE	150.0	NO_USE

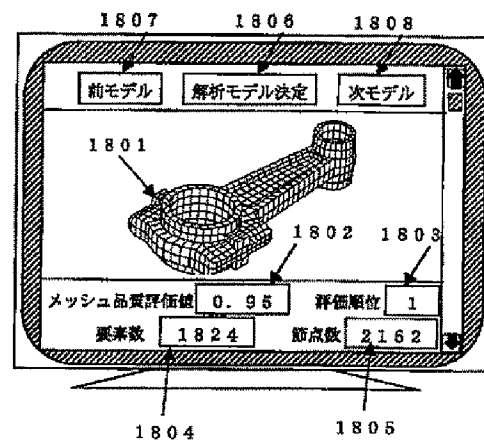
【図19】



【図15】



【図18】

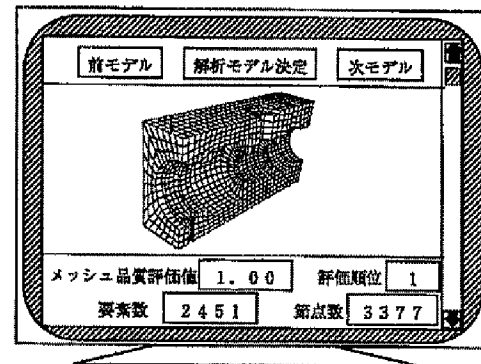




【図20】

番号	解析モデル情報	形状モデル	解析モデル		
			解析メッシュ	メッシュ作成条件	解析条件
1	・モデル名称 CNET001 ・モデル分類 3次元Solid ・解析分野 応力解析			・要素タイプ 六面体	
2	・モデル名称 COV001 ・モデル分類 軸力バー ・解析分野 応力解析			・要素タイプ 六面体	
3	・モデル名称 COV001 ・モデル分類 軸力バー ・解析分野 運動解析			・要素タイプ 六面体	
4	・モデル名称 CRA001 ・モデル分類 ラジエータ ・解析分野 応力解析			・要素タイプ 四面体	

【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 義行  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地 株式  
 会社日立製作所産業システム事業部内

(72)発明者 時末 裕充  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内  
 Fターム(参考) 5B046 DA02 HA05 JA07